



TRABALHO FINAL

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA

Clínica Universitária de Otorrinolaringologia

Fadiga Vocal

Mário Jorge Coimbra Peixoto

Abril'2019



TRABALHO FINAL

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA

Clínica Universitária de Otorrinolaringologia

Fadiga Vocal

Mário Jorge Coimbra Peixoto

Orientado por:

Dr. Marco Simão

Abril'2019

Resumo

A fadiga vocal consiste numa síndrome caracterizada por sintomas de cansaço da voz e sensação de esforço associada à sua utilização, podendo simultaneamente existir dor na região do pescoço. A melhoria da sintomatologia referida pelos doentes após o repouso também é típica. Tal como os distúrbios da voz em geral, a fadiga vocal apresenta uma maior incidência em utilizadores ocupacionais da voz, que tipicamente a utilizam de forma intensa. Surge com maior frequência em mulheres com aumento dos sintomas entre os 20 e os 40 anos. A fisiopatologia é ainda incerta, mas destaca-se uma origem multifatorial no seu desenvolvimento. Estudos de histoquímica demonstraram a predisposição para a ocorrência de fadiga nos músculos laríngeos. Outros fatores como a fuga glótica, o aumento da viscosidade e temperatura das cordas vocais e a diminuição da circulação sanguínea local podem estar envolvidos. Nas mulheres, o sistema respiratório pode também contribuir dada a associação entre menores valores absolutos de FVC (*Forced Vital Capacity*) e maiores pontuações no VFI (*Vocal Fatigue Index*). O diagnóstico desta condição baseia-se numa história clínica cuidada, especialmente dirigida aos hábitos de vida e profissão, de modo a escrutinar padrões de utilização de voz propícios ao seu desenvolvimento. O VFI pode ser um auxiliar ao diagnóstico, dada a sua validade científica recentemente comprovada para identificar fidedignamente esta síndrome. Os médicos otorrinolaringologistas devem fazer uma avaliação completa do doente, nuns casos com observação da laringe sem lesões e noutros com patologias como nódulos e paralisias das cordas vocais. A principal abordagem terapêutica consiste na autoconsciencialização do problema e na terapia da fala. Além disso devem ser recomendadas alterações do estilo de vida, nomeadamente promover uma correta hidratação ao longo do dia e repouso da voz, que devem ser adequados às necessidades individuais de cada doente.

Abstract

Vocal fatigue is a syndrome characterized by symptoms of voice tiredness, and effort associated with voice use and sometimes neck pain. The improvement of symptoms referred by patients is also typical. As occurs with general voice disturbances, vocal fatigue has also higher incidence in occupational voice users, which often use it in demanding ways in terms of duration and intensity. It happens more frequently in women with symptoms increasing around the age of 20 to 40 years old. It's physiopathology is still uncertain, but it likely has a multifactorial development. Histochemistry studies have proved the predisposition of laryngeal muscles towards fatigue. Other factors are glottal air leaking, an increase in vocal fold viscosity and temperature, and decreased blood flow may also be involved. In women, the respiratory system may contribute once there is an association between lower raw values of FVC (Forced Vital Capacity) and higher scores in the VFI (Vocal Fatigue Index). The diagnosis of this condition is based in a carefully made clinical history, specially targeting lifestyle and occupation, so that one can scrutinize voice use patterns associated to vocal fatigue. The VFI may help the diagnosis once it has been scientifically validated to identify this syndrome. Otolaryngologists should manage the patients properly. For instance, in the prescription of ancillary diagnostic tests like a stroboscopic laryngoscopy, because vocal fatigue can appear as associated with other laryngeal pathologies (as vocal fold nodules or vocal fold paralysis). The main therapeutic intervention is voice therapy. Besides that, lifestyle changes should be recommended, like a correct hydration throughout the day, and voice rest that should be tailored to individually needs.

Índice

| | |
|---|----|
| 1. Introdução | 6 |
| 2. Definição de Fadiga Vocal..... | 8 |
| 3. Sintomas de Fadiga Vocal | 8 |
| 4. Epidemiologia e Fatores de Risco dos Distúrbios da Voz | 9 |
| 5. Epidemiologia e Fatores de Risco de Fadiga Vocal | 13 |
| 6. Fisiopatologia..... | 14 |
| 6.1 Fadiga Neuromuscular..... | 14 |
| 6.2 Fuga glótica | 15 |
| 6.3 Aumento da viscosidade das cordas vocais | 17 |
| 6.4 Diminuição da circulação sanguínea local | 17 |
| 6.5 Alterações do Sistema Respiratório..... | 18 |
| 6.6 Temperatura..... | 19 |
| 7. Diagnóstico | 19 |
| 8. Tratamento | 23 |

1. Introdução

A fadiga vocal é considerada um distúrbio da voz frequente, sobretudo em utilizadores ocupacionais da voz. A busca de cuidados de saúde motivada por esta condição é uma realidade, no entanto, é percebida uma confusão de conceitos nomeadamente no que diz respeito à utilização do termo fadiga vocal para se caracterizar um sintoma em vez duma síndrome, descrita desde há muito tempo na literatura. Assim, a definição deste distúrbio é um desafio que abarca consigo consequências, nomeadamente no correto diagnóstico e orientação clínica destes indivíduos.

Para os médicos, existirá sempre um tipo particular de doentes que se torna um desafio e simultaneamente um *trigger* para possíveis atos de negligência. Os doentes que referem sintomatologia inespecífica ou descrições bastante subjetivas das suas queixas e que simultaneamente não apresentam achados clínicos aparentes ao exame objetivo, tornam o raciocínio clínico e o diagnóstico tarefas difíceis. A fadiga vocal pode ser encarada como uma das afeções da voz responsável por trazer doentes deste tipo às instituições de saúde, dada a sua variada descrição sintomática e inespecificidade da mesma. No entanto, se os clínicos não estiverem cientes de que existe uma síndrome designada fadiga vocal, o desafio será ainda maior.

Deste modo, torna-se importante criar uma revisão teórica de fácil compreensão que possa servir como ferramenta de estudo e atualização de conhecimento nesta área. Esta revisão é, sobretudo, efetuada numa perspetiva otorrinolaringológica e de reabilitação vocal. O objetivo deste trabalho não foi realizar uma revisão tradicional da literatura, uma vez que sendo a fadiga vocal uma área que apenas recentemente se munuiu de ferramentas clínicas que pudessem identificar com validade científica esta condição clínica [1], restringir um conjunto de palavras-chave ou data de publicação na seleção inicial de artigos a rever, torná-lo-ia em parte incompleto e impercetível. Além disso, tratando-se de um problema de origem multifatorial e duma área onde persistem dúvidas, é impossível fazer uma categorização restrita de capítulos e descrevê-los exaustivamente num trabalho desta extensão, sem que por vezes se reflita sobre aspetos que deveriam até estar localizados noutra capítulo.

Decidi organizar o trabalho numa estrutura semelhante àquela encontrada nos diversos manuais de medicina, para que possa ser lido e interpretado mais facilmente. Considero também relevante expor informação sobre os distúrbios da voz na população em geral por três razões principais. (1) A dimensão do problema é demasiado grande para poder ser ignorado, sendo um

objetivo sensibilizar a comunidade médica; (2) foi em alguns estudos de distúrbios da voz na população que se apercebeu de determinadas ocorrências motivadoras de investigação na área da fadiga vocal; (3) os dados estatísticos disponíveis sobre os distúrbios da voz partilham semelhanças com os de fadiga vocal, nomeadamente, na maior prevalência deste problema na comunidade de utilizadores ocupacionais da voz e no sexo feminino.

Seguidamente segue-se uma revisão sobre a definição, sintomatologia, epidemiologia e fatores de risco, fisiopatologia, diagnóstico e terapêutica de fadiga vocal. De salientar, no que concerne à fisiopatologia, serão apenas abordados alguns dos mecanismos teorizados e conhecidos, uma vez que já se encontram revistos na literatura [2] [3], inclusive na língua portuguesa [4]. Pelos mesmos motivos e por, em parte, ser transcendente às funções do médico otorrinolaringologista, as técnicas utilizadas pelos terapeutas da fala no tratamento de fadiga vocal não serão detalhadamente abordadas.

2. Definição de Fadiga Vocal

De acordo com um manual de classificação de distúrbios da voz, a fadiga vocal é vulgarmente descrita pelos clínicos como a sensação de cansaço e fraqueza vocal depois de um período de utilização da voz [5]. Porém, não tem uma definição globalmente aceite [6], provavelmente pela dúvida de que esta definição se deva basear no conjunto de sintomas vivenciados pelos doentes ou na fisiopatologia responsável pela sua manifestação.

Habitualmente os clínicos caracterizam fadiga vocal como uma síndrome manifestada por um conjunto de sintomas durante ou após o discurso, incluindo as sensações subjetivas de aumento do esforço e desconforto para executar a fala seguidos habitualmente por uma melhoria deste estado após o repouso [3].

3. Sintomas de Fadiga Vocal

Na tabela 1 encontram-se alguns dos sintomas característicos de fadiga vocal, descritos na literatura há bastante tempo.

Os doentes com fadiga vocal apercebem-se de que a qualidade da sua voz vai piorando ao longo do dia, aumentando o esforço e desconforto associado à fonação. Após estas sensações existe normalmente uma melhoria com o repouso que é característica do quadro clínico. [7]. Além dos sintomas referidos na tabela 1, um estudo recente revelou que os doentes com fadiga vocal referem aumento da tensão laríngea em 71% dos casos, rouquidão em 58% dos casos, incapacidade de falar alto em 43% dos casos, secura laríngea em 41% dos casos e tosse em 24% dos casos. Verificou-se também a existência de stress em 57% dos casos. [7] Como se discutirá mais à frente, e analisado

| Sintomas de Fadiga Vocal | |
|--|--|
| Voz rouca | Necessidade de um maior esforço para falar |
| Perda de voz | Ficar sem fôlego durante o discurso |
| Pausas durante discurso | Voz instável |
| Diminuição do alcance da voz | Tensão no pescoço/músculos |
| Diminuição da faixa de amplitude vocal | Dor na garganta/pescoço |
| Aperto na garganta | Odinofagia |
| Pigarro | Desconforto no peito, ouvidos, e costas |

Tabela 1- Sintomas de Fadiga Vocal. Adaptado de Kostyk & Rochet [52], in The Voice Foundation 1998

no mesmo estudo (ver Diagnóstico), a fadiga vocal pode surgir associada a outras patologias laríngeas pelo que estes sintomas, apesar de bastante frequentes, podem ser pouco específicos.

4. Epidemiologia e Fatores de Risco dos Distúrbios da Voz

Antes de se prosseguir mais detalhadamente na análise de alguns dados epidemiológicos de fadiga vocal é necessário ter-se uma noção epidemiológica dos distúrbios da voz em geral. Talvez a população e a própria comunidade de profissionais da área da saúde estejam pouco cientes destes números, que ao serem tão impressionantes, podem vir a motivar novos trabalhos científicos nesta área que se demonstra um verdadeiro problema transversal a diversas vertentes da vida. O estudo epidemiológico destes problemas torna-se fundamental uma vez que através da análise dos resultados se podem investigar inúmeros aspetos ainda desconhecidos da fadiga vocal, sobretudo a nível fisiopatológico, uma das vertentes mais ocultas deste tema.

Os dados são de 1997, mas não deixam de ser surpreendentes. Na altura, dos cerca de 123 milhões de trabalhadores dos Estados Unidos da América, aproximadamente 55 milhões de profissionais utilizavam a voz como uma das principais ferramentas de trabalho. Este grupo abrangia cantores, atores, operadores de *call center*, jornalistas, trabalhadores cléricos, entre outros. Cerca de 57% da carga de doentes nas clínicas da voz pertencia a este grupo. Curioso é também analisar algumas das taxas de doentes nas mesmas clínicas por profissão. Em primeiro lugar estavam os professores (19.6%), seguidamente os cantores (11.5%) e em terceiro os vendedores (10.3%). Os operadores de *call center* (2.3%) estão nos últimos lugares da tabela [8].

Podemos pressupor que existe uma certa lógica por trás destes números. Por exemplo, o professor utiliza a voz normalmente em regimes de maior intensidade e duração, uma vez que esta profissão exige a sua utilização em salas de aula com bastantes alunos e, por vezes, com condições acústicas inadequadas, existindo informação na literatura que vem corroborar este pressuposto. Um estudo epidemiológico sobre distúrbios da voz nos professores escolares da Letónia mostrou que nos professores com distúrbios da voz, o período de utilização da voz era mais longo comparativamente com os que não tinham qualquer distúrbio. Além disso a intensidade de utilização da voz foi também relevante. Cerca 60% dos professores com distúrbios vocais vs 37% do grupo controlo utilizavam a voz em regimes de alta intensidade. Em relação às condições acústicas, cerca de 70% dos professores com distúrbios vocais trabalhava em salas de aula com valores de ruído de fundo acima da média [9]. Curiosamente,

já antes se tinha verificado que os professores de música [10] e desporto [11], tinham maior risco para desenvolverem distúrbios da voz.

Num outro estudo sobre a prevalência dos distúrbios da voz na população em geral [12] concluiu-se que cerca de 30 % dos participantes teve problemas vocais durante a sua vida e 7% tinha naquele momento um distúrbio da voz. Um distúrbio da voz foi considerado como um episódio em que a voz soava diferente do habitual ou interferia negativamente com a comunicação. A maioria destes relatos correspondiam a distúrbios que duraram menos de 4 semanas, onde se inclui por exemplo a patologia infecciosa. No entanto, outros eram crónicos e associavam-se a padrões de uso social ou ocupacional da voz, condições médicas, entre outros. Noutro artigo do mesmo autor, Roy N. conclui que em 18.6% dos casos esse distúrbio era crónico (durou 4 semanas ou mais) e em 81.4% dos casos era agudo (durou menos de 4 semanas). [13].

Cerca de 35% dos participantes com distúrbio da voz, procurou ajuda de um médico. Apesar de não estar especificado qual a especialidade médica, este valor constituía ainda assim uma taxa superior àqueles que procuraram ajuda junto dum terapeuta da fala (24.4%).

No mesmo trabalho procurou-se também verificar a existência de fatores de risco que predispuessem a existência de um desses distúrbios. Em termos de padrão de utilização da voz, os indivíduos que falavam em regimes de alta ou baixa intensidade, cantavam, tossiam e pigarreavam com frequência eram mais afetados. Verificou-se que a probabilidade de os participantes terem vivido um distúrbio da voz não estava associada ao consumo de tabaco e álcool isolados, considerando-se tabagismo com mais de um ano de duração (19 anos de média de anos de tabagismo dos participantes fumadores). No entanto, verificou-se que a presença de doença do refluxo gastro esofágico associada ao tabagismo (pelo menos um ano) e ao consumo de bebidas alcoólicas (igual ou superior a uma bebida alcoólica por semana, pelo menos um ano) contribuíam sinergicamente para o aumento do relato de distúrbios da voz pelos participantes.

Em termos de história familiar, cerca de 42% dos participantes com história familiar de distúrbio de voz referiu também um distúrbio da voz vs 29.3% daqueles sem qualquer história familiar. Neste aspeto é legítimo pensar que a componente genética possa ter preponderância.

Um estudo que procurou explorar os efeitos da genética e do ambiente na ocorrência de disfonia, que teve como população 1728 gémeos finlandeses, confirmou a existência de um efeito familiar independentemente dos efeitos do ambiente. Verificou-se ainda que o

ambiente, era o maior responsável pela ocorrência de disfonia naqueles indivíduos com uma ocupação que requeria uma utilização exigente da voz [14].

Outros fatores presumíveis que possam explicar esta associação familiar podem passar pelos hábitos de vida, educação, condições acústicas e socioeconômicas familiares que afetam diretamente e de forma semelhante os elementos de um determinado agregado familiar.

Relativamente à idade verifica-se um aumento da prevalência à medida que esta avança. Existe um pico de prevalência por volta da 5ª década de vida sendo que a partir dos 60 anos, há uma diminuição desta prevalência para valores semelhantes aos jovens adultos (Figura 1).

Em relação ao género, existe também uma maior prevalência em mulheres do que em homens (Figura 2) sendo que já se encontram descritas na literatura algumas hipóteses para explicar a maior predisposição do sexo feminino para o desenvolvimento de distúrbios vocais, sejam elas anatómicas, endócrinas ou outras não relacionadas com a laringe [15].

Considero importante detalhar algumas delas, uma vez que o mesmo tipo de estudos na área da fadiga vocal ainda está numa fase embrionária. Como se discutirá mais adiante, a fadiga vocal surge por vezes associada a outras patologias laríngeas pelo que algumas destas diferenças poderão ter uma base fisiológica comum que possa explicar em parte a maior prevalência de fadiga vocal no sexo feminino.

Uma dessas explicações deve-se a particularidades da anatomia laríngea na qual existem diferenças morfológicas comparativamente aos homens. As mulheres têm

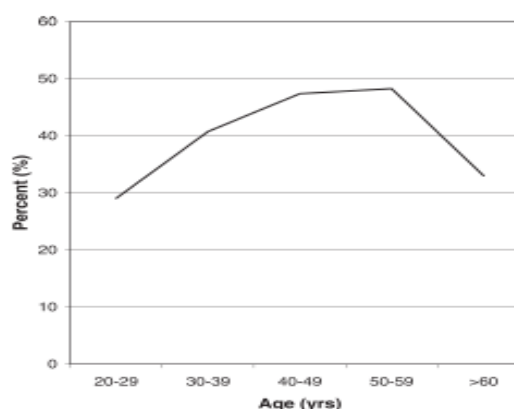


Figura 1 -Taxa de prevalência de distúrbios vocais com a idade. Um distúrbio da voz foi definido como qualquer altura em que a voz não trabalha, performa ou soa como habitualmente interferindo com a comunicação. Adaptado de Ray et al [13] in Journal of Speech 2004

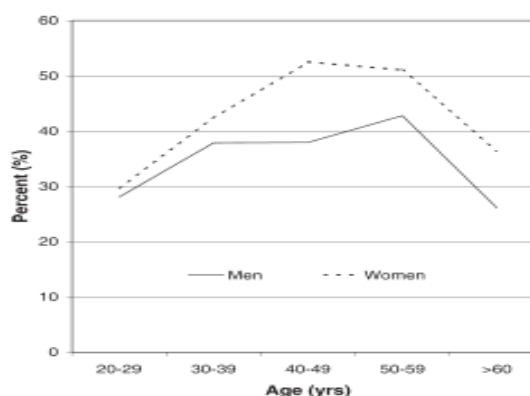


Figura 2 -Taxa de prevalência de distúrbios vocais de acordo com o género e a idade. Um distúrbio da voz foi definido como qualquer altura em que a voz não trabalha, performa ou soa como habitualmente de modo que interfere com a comunicação. Adaptado de Ray et al [13] in Journal of Speech 2004

cordas vocais 60% mais curtas e 20-30% mais finas que os homens, sendo a voz produzida numa maior frequência fundamental (F0) [15]. Consequentemente existe maior vibração das cordas vocais e uma menor quantidade de tecido para atenuar a energia gerada durante a fonação [12] [15].

O papel endócrino no aparelho laríngeo é preponderante uma vez que existem recetores hormonais no núcleo e citoplasma das células das cordas vocais [16]. As diferenças estruturais no sistema laríngeo podem também ser explicadas à luz do aumento dos níveis de testosterona após a puberdade ocorrido nos homens [15].

Existem também nuances a nível biomecânico das cordas vocais. Um exemplo é na distribuição de ácido hialurónico, uma das substâncias nelas existente. Este está também presente em áreas do corpo onde a absorção de choque é importante [17]. Dentro das suas funções, estão o controlo da viscosidade e rigidez da matriz extracelular provavelmente através da regulação da sua quantidade de água [17] [18] [19]. No sistema laríngeo contribui também para a prevenção da formação de tecido cicatricial nas cordas vocais [20]. Deste modo a presença de ácido hialurónico interfere no amortecimento e absorção do choque provocado pelas vibrações das cordas vocais, ajudando na prevenção e recuperação do fonotrauma gerado durante exercícios vocalmente exigentes. A distribuição de ácido hialurónico nas cordas vocais masculinas e femininas é diferente. Os homens têm uma distribuição mais homogênea de ácido hialurónico ao longo das diferentes camadas das cordas vocais. Por outro lado, as mulheres têm uma menor concentração desta substância na camada superficial e maior concentração na camada profunda [21]. Deste modo, a menor concentração de ácido hialurónico na camada superficial pode aumentar o risco de lesão e cicatrização, atendendo às funções desta substância nas cordas vocais, podendo explicar em parte algumas das diferenças. Outro exemplo é a diferença na quantidade e densidade de fibras de colagénio que estão em menor quantidade nas mulheres. Estas apresentam cerca de 59% da quantidade de colágeno existente nas cordas vocais dos homens [22]. O colagénio é importante no sistema laríngeo para controlar os níveis de força de tração exercidos nas cordas vocais durante o discurso. Assim as cordas vocais femininas sustentam menores forças de tração o que faz com que as mulheres façam um maior estiramento das cordas vocais para obter uma determinada amplitude de discurso comparativamente ao homem [23]. Deste modo o esforço necessário para o discurso pode ser maior nas mulheres, de onde se pode presumir, uma maior predisposição para a ocorrência de fadiga.

5. Epidemiologia e Fatores de Risco de Fadiga Vocal

A fadiga vocal tem sido difícil de identificar, diagnosticar e por sua vez quantificar. Uma das principais razões e já enunciada, é o facto de não existir ainda uma definição consensual de fadiga vocal bem como a escassez de instrumentos clínicos validados em termos de sensibilidade e especificidade para o seu diagnóstico.

Apesar da literatura apontar para uma maior prevalência deste problema em mulheres e em profissões que envolvam o uso exigente da voz em termos de intensidade ou duração, tais como os cantores, atores e professores [2] [3], pelos motivos acima referidos, esses dados podem ter ligeiros desvios em relação à realidade.

No que toca aos fatores de risco para o desenvolvimento de fadiga vocal, alguns deles estão relacionados com a acústica do local onde se fala, a duração do esforço vocal e o período de recuperação. O sexo feminino também pode ser considerado um fator de risco para o desenvolvimento de fadiga vocal, dada a maior prevalência neste género [24].

Recentemente foi desenvolvido um instrumento para identificar especificamente a fadiga vocal de forma validada, o *Vocal Fatigue Index* (VFI) [1]. Foram realizados estudos utilizando o VFI que permitiram encontrar resultados que vêm de encontro a alguns dos achados já antes conhecidos, discutidos a seguir.

Em 2017 foi publicado um artigo [24] sobre um estudo que abrangeu 640 professores escolares com o objetivo de quantificar a fadiga vocal e tentar investigar se existiam diferenças significativas do relato deste problema conforme o género. Foi utilizado como instrumento de avaliação o VFI. Verificaram que comparativamente a adultos saudáveis os professores referiam cerca de 3 vezes mais desconforto físico relacionado com a utilização da voz, cansaço da voz e evicção da sua utilização. Ocorreu também uma maior prevalência de sintomas no sexo feminino comparativamente ao sexo masculino. Esta maior prevalência no sexo feminino e em professores vem de encontro aos dados epidemiológicos já antes conhecidos sobre a epidemiologia dos distúrbios da voz em geral, já referidos anteriormente [14], bem como os de prevalência de fadiga vocal.

Num estudo sobre fadiga vocal em professoras [25], procurou-se investigar uma associação entre o tamanho das salas onde habitualmente falavam e a referência de fadiga vocal. Neste estudo apenas foram seleccionadas mulheres uma vez que na literatura [15] é referida uma maior prevalência de distúrbios da voz em mulheres face aos homens. Cerca de 60 % dos professores apresentavam fadiga vocal. De acordo com os resultados do estudo, as professoras

que trabalhavam em salas de aula com maior capacidade apresentavam maiores pontuações no VFI. Verificaram também que os níveis de fadiga vocal referidos pelas professoras aumentavam desde os 20 anos até metade da 4ª década de vida.

Para concluir, é necessário que se faça mais investigação na área da epidemiologia da fadiga vocal recorrendo ao VFI, para se terem conhecimentos mais completos e fidedignos da prevalência e fatores de risco associados.

6. Fisiopatologia

Desde há muito tempo que não se conhece uma verdadeira origem fisiopatológica da fadiga vocal, apontando-se para que esta seja multifatorial. Os estudos realizados até ao momento na área da fisiopatologia propriamente dita são reduzidos e antigos, embora cada vez mais se tenham vindo a descobrir aspetos que possam ser relevantes para investigação futura nesta área. Posto isto, continua importante para este trabalho que se descrevam algumas teorias fisiopatológicas mais antigas, ainda que não muito detalhadamente, uma vez que esses já se encontram bem revistos na literatura [2] [3], inclusive na língua portuguesa [4]. Porém ainda não foram revistos na língua portuguesa trabalhos mais recentes nesta área que se enquadram por vezes nos mecanismos já descritos há vários anos e que serão também discutidos.

6.1 Fadiga Neuromuscular

A fadiga muscular pode desencadear-se essencialmente por 3 mecanismos. (1) Enquanto que a diminuição do recrutamento de unidades motoras musculares pelo sistema nervoso central caracteriza o mecanismo de fadiga central [2], (2) a fadiga periférica envolve a depleção de reservas energéticas musculares, como glicogénio e fosfato de creatinina, e a acumulação de ácido láctico [2]. (3) A combinação dos mecanismos de fadiga central e periférica também tem sido aceite [26].

Durante a fonação existem uma série de músculos em ação responsáveis não só por gerar tensão nas cordas vocais, mas também por assegurar uma correta postura laríngea. Se os mesmo entrarem em fadiga, esta função pode ser comprometida [27] [28].

A resistência muscular à fadiga depende em parte do tipo de fibras que maioritariamente constituem as unidades motoras musculares. As fibras tipo I, de contração lenta, são mais resistentes à fadiga. As fibras tipo II subdividem-se em IIa e IIb. As fibras IIa são parcialmente resistentes à fadiga e de contração rápida enquanto as fibras IIb são as mais rápidas a contrair

e a entrar em fadiga [29]. O estudo de histoquímica [30] frequentemente citado na literatura, indicou que os músculos tiroaritenóideus eram compostos em média por 53% de fibras tipo I, 36% de fibras tipo IIa e 5% de fibras tipo IIb, denotando uma potencial resistência à fadiga. Os músculos cricoaritenóideus laterais (adutores) tinham 51% tipo I, 35% tipo IIa e 14 % tipo IIb apesar de terem uma das maiores velocidades de contração do corpo humano [31].

Este mecanismo merece mais discussão uma vez que após estes achados, se assistiu a uma desvalorização da possível fadiga dos músculos laríngeos após o esforço vocal prolongado [31].

A existência de fibras híbridas (fibras compostas por mais do que uma isoforma de cadeias pesadas de miosina) pode explicar esta velocidade [32] [31].

Um estudo posterior ao de Claassen & Werner [30], que utilizou protocolos diferentes, identificou que os músculos tiroaritenóideus tinham 13.5% de fibras tipo I, 49.2% tipo IIa e 37.3% IIb e os músculos cricoaritenóideus laterais (adutores) tinham 18.8% fibras tipo I, 57.1% tipo IIa e 24.1% tipo IIb [33]. Estes achados contrariaram a informação prévia, favorecendo a ideia de que os músculos laríngeos são potencialmente fatigáveis com o esforço dando relevância a este mecanismo para o desenvolvimento de fadiga vocal. [31].

6.2 Fuga glótica

Para a compreensão da importância deste mecanismo é necessário conhecer aspectos básicos da anatomia laríngea e do mecanismo de produção de voz.

O espaço tridimensional entre as duas cordas vocais designa-se glote. A glote divide-se numa porção mais anterior que se estende da comissura anterior até à apófise vocal da aritenóideia, designada glote membranosa, e numa porção mais posterior que corresponde ao espaço entre as duas cartilagens aritenóideias, designada glote cartilaginosa. Para os movimentos de abdução e adução das cordas vocais, é fundamental o movimento das cartilagens aritenóideias. A contração dos músculos cricoaritenóideus laterais provoca uma rotação interna destas cartilagens sobre a cartilagem cricoideia no plano coronal, aproximando a porção posterior das cordas vocais em direção à linha média da glote. A contração dos músculos interaritenóideus provoca a aproximação das duas cartilagens aritenóideias. A ação combinada destes músculos é assim responsável pelo encerramento da porção cartilaginosa da glote. No entanto, para que a glote seja corretamente encerrada é necessária a ação do músculo tiroaritenóideu, que provoca o encerramento da porção membranosa da glote ao fazer uma rotação da corda vocal no plano horizontal. Por vezes não ocorre um encerramento completo

da glote membranosa deixando uma fenda posterior, ainda que esta não seja necessariamente patológica. A fonação ocorre com a abertura e encerramento repetitivo da glote provocado pelas vibrações das cordas vocais. Inicia-se com o movimento de adução das cordas vocais encurtando ou fechando a glote, que seguidamente é aberta pelo fluxo de ar vindo dos pulmões quando a pressão subglótica gerada é suficiente para provocar a sua abertura [34]. Deste modo, é importante para a produção da voz a coordenação dos sistemas respiratório e laríngeo. Se ocorrer fuga do ar pela glote (fuga glótica) antes da sua abertura devido à existência de fenda glótica, pode perder-se eficácia na fonação.

A fuga glótica pode também surgir como consequência do comprometimento da mobilidade das cordas vocais tanto por patologia orgânica, no caso da paralisia ou parésia das cordas vocais ou de atrofia na presbilaringe [35], como por patologia funcional.

No geral o encerramento da glote durante a fonação é mais completo em homens do que em mulheres. Quando o encerramento é incompleto, o padrão mais frequente é a existência de fenda glótica posterior [36].

Zhang [37] procurou investigar estratégias compensatórias em condições de fuga glótica. Na presença desta condição ocorre um aumento do fluxo de ar através da glote o que requer um aumento do esforço respiratório. Este esforço respiratório extra pode ser conseguido através dum aumento do esforço utilizado na inspiração, para compensar o excesso de ar perdido durante a fonação através duma glote incorretamente encerrada. Concluiu no seu estudo que este tipo de atitudes compensatórias pode tornar mais suscetível a ocorrência de fadiga vocal.

Greene [38] teorizou que a fadiga vocal poderia ser atribuída a uma fraqueza do músculo tiroaritenóideu provocada pelo uso abusivo da voz. Essa fraqueza seria responsável por provocar um abaullamento das cordas vocais, o que provocaria uma fuga de ar pela glote.

Um estudo [39] demonstrou que após terem executado um exercício vocal prolongado, 6 dos 10 participantes apresentavam uma fenda glótica anterior, observada por laringoscopia estroboscópica. Este achado não era observado anteriormente a esse exercício pelo que os autores colocaram a hipótese de que esta fenda se pudesse ter desenvolvido como resultado da tensão exercida na musculatura laríngea durante o exercício, e que este pudesse ser um sinal observável de fadiga vocal.

Como discutido anteriormente, os músculos tiroaritenóideus e cricoaritenóideus laterais são potencialmente fatigáveis. Deste modo após exercícios vocais prolongados e com o

desenvolvimento de fadiga nestes músculos, o encerramento da glote poderá ficar comprometido. A formação de uma fenda glótica anterior, provocada pela fadiga do músculo tiroaritenóideu, cria um local de fuga do ar vindo dos pulmões durante a fonação (fuga glótica), contribuindo possivelmente por mecanismos semelhantes para o desenvolvimento de fadiga vocal. Apesar de se presumir que para a formação desta fenda já seja necessário um certo nível de fadiga, a formação da fenda glótica poderá potenciar ainda mais o seu desenvolvimento.

Este mecanismo pode, em parte, explicar o porquê de certos doentes que surgem nas clínicas com queixas primárias de fadiga vocal, sejam também diagnosticados com outra patologia laríngea (por exemplo, paralisias das cordas vocais) como se discutirá mais adiante.

6.3 Aumento da viscosidade das cordas vocais

Titze [27] [28] teorizou uma relação entre a viscosidade das cordas vocais e o desenvolvimento de fadiga vocal. O aumento da viscosidade e, por sua vez, da rigidez nas cordas vocais poderia surgir em resultado da utilização de voz por longos períodos, o que implicaria uma maior necessidade de energia para executar a fonação.

A variação do *Phonation Pressure Threshold* (PTP), uma medida que avalia a pressão subglótica mínima para iniciar a vibração das cordas vocais e consequentemente haver a produção de som, parece refletir algumas das alterações na viscosidade das cordas vocais [40] [2] sendo que esta viscosidade é influenciada em parte pelo seu grau de hidratação. Estudos realizados em animais [41] e humanos [40] mostraram um aumento do PTP e do esforço necessário para a fonação com a desidratação.

Solomon e DiMattia [42] concluíram através do seu estudo que existe uma relação entre o aumento da viscosidade das cordas vocais e a ocorrência de fadiga vocal. Verificaram também que o aumento da hidratação sistémica bebendo água atrasava a elevação do PTP.

6.4 Diminuição da circulação sanguínea local

Durante a fonação verifica-se a ocorrência de isquemia nas cordas vocais que se traduz numa menor pressão de oxigénio (PO_2) local face ao estado de repouso, em parte gerada pela contração da musculatura laríngea e consequente compressão da microcirculação [43]. Como tal pode ocorrer fadiga por dois mecanismos. Por um lado, como é descrito desde há muito tempo na literatura da fisiologia muscular [44], está diminuída a capacidade de eliminação de ácido láctico dos músculos. O outro mecanismo está relacionado com a dissipação do calor

gerado durante a fonação. Se existe menos sangue a circular num determinado tecido, o calor não é eficazmente transferido para a circulação [45]. Desta forma pode ocorrer um aumento da temperatura das cordas vocais que pode culminar em lesão dos tecidos laríngeos. [27] [28] [2]

6.5 Alterações do Sistema Respiratório

Titze [27] [28] sugeriu que a fadiga dos músculos respiratórios poderia gerar fadiga vocal através da redução da sua capacidade para gerar pressão subglótica, necessária à fonação. No entanto, esta ideia é contestável na medida em que se duvida que os músculos respiratórios sejam facilmente fatigáveis e esta condição é questionável de ocorrer em indivíduos saudáveis. Este mecanismo pode ser mais preponderante em atividades que requeiram um grande trabalho respiratório e vocal, como o canto que envolve a utilização de 100% da capacidade vital, o dobro da capacidade vital na fala [46] [2].

Como se viu anteriormente, as mulheres têm uma maior prevalência de fadiga vocal do que os homens. Neste aspeto, a hipótese de que a fadiga dos músculos respiratórios pode desencadear fadiga vocal, poderá presumivelmente contribuir para esta diferença. As mulheres necessitam de um maior esforço que os homens durante os movimentos respiratórios que ocorrem ao falar. Deste modo o desenvolvimento de fadiga dos músculos respiratórios surgiria mais cedo nas mulheres comparativamente aos homens. [47] [15].

Um estudo publicado em 2019 [48] procurou avaliar se existia alguma relação entre a função pulmonar (avaliada por espirometria) e fadiga vocal (avaliada pelo VFI) em professores. Verificaram ao analisar os valores absolutos dos diferentes parâmetros avaliados por espirometria que havia relação entre uma maior pontuação no fator 2 do VFI (relacionado com a dor e desconforto na fonação) e menores valores de FVC, mas apenas para as mulheres. A FVC é um dos parâmetros da função respiratória que melhor se correlaciona com a produção da voz e consiste no volume máximo de ar que uma pessoa consegue utilizar com uma inspiração e uma expiração máxima, variando entre 3 e 5L no adulto saudável. Um menor valor de FVC implica que sejam necessárias mais inspirações ao falar já que existe um menor tempo de fonação por ciclo respiratório.

Quando os parâmetros pulmonares foram ajustados, nomeadamente para a idade e altura, já não existia relação entre o VFI e a função pulmonar. No entanto, se alguém tiver pulmões mais pequenos, mas mesmo assim forem saudáveis para a altura e idade conforme o valor padronizado, pode considerar-se desvantajoso uma vez que esse indivíduo poderá precisar de um maior esforço para a produção de voz, por exemplo, durante exercícios vocais

prolongados. Na população que utiliza a voz de forma exigente e prolongada, como os professores, este esforço extra poderá resultar numa maior tendência para sofrerem de fadiga vocal.

6.6 Temperatura

O movimento das cordas vocais durante a fonação gera energia, dissipada em parte sob a forma de calor, estimando-se uma subida da temperatura local [45]. Além disso para esta subida de temperatura contribui também a diminuição do fluxo sanguíneo local, que deste modo torna mais ineficaz a distribuição do calor gerado durante o processo. Este aumento de temperatura local pode causar dano nos tecidos laríngeos [27] [28] [2].

7. Diagnóstico

A maioria dos estudos existentes na área da fadiga vocal baseia-se em relatos pessoais. Uma abordagem de estudo baseada em relatos pessoais pode parecer interessante na medida em que a fadiga vocal é uma condição com apresentação clínica variada. No entanto, a escassez de instrumentos de avaliação objetiva que permitam identificar aspetos fundamentais ao seu diagnóstico faz com que este seja um desafio e que, presumivelmente, possa ser negligenciado pelos profissionais de saúde. Além disso a fadiga é considerada uma condição fisiológica dificilmente avaliada devido à sua subjetividade clínica, podendo tornar-se difícil de distinguir se a fadiga é resultante de uma condição que afeta a caixa da voz ou um estado de fadiga generalizado relacionado com o sistema nervoso central [31].

Repare-se que um indivíduo pode referir sintomas de fadiga vocal e mesmo assim o exame objetivo ser totalmente normal. Além disso se não existiam ferramentas que pudessem identificar de forma definitiva indivíduos com este problema, poderia questionar-se a validade deste diagnóstico nos diferentes estudos realizados ao longo dos anos.

Foram testadas outras alternativas para diagnosticar estes indivíduos, nomeadamente através de estudos de acústica ou avaliação de consequências fisiológicas do uso prolongado da voz que pudessem refletir de algum modo as manifestações de um caso de fadiga vocal. De acordo com Nanjundeswaran *et al* [1] esta abordagem pode ter potencial para identificar possíveis mecanismos fisiopatológicos que expliquem a fadiga vocal. No entanto pode entrar-se desta forma num ciclo vicioso de conceitos em que as alterações da voz após a sua utilização prolongada reflitam de facto fadiga vocal ainda que esta não se defina de forma independente dessas alterações.

Numa tentativa de desenvolver um questionário que permitisse identificar indivíduos com fadiga vocal e caracterizar as suas queixas *Nanjundeswaran et al* [1] em cooperação com a *UPVC (University of Pittsburgh Voice Center)* e o *VVC (Vanderbilt Voice Center)* desenvolveram o VFI. Este instrumento foi desenvolvido com a intenção de identificar de forma fidedigna e consistente indivíduos com fadiga vocal.

O desenvolvimento deste índice ocorreu em três etapas. Na primeira fase procurou gerar-se um conjunto de frases/questões que pudessem identificar clinicamente a fadiga vocal. Durante o seu desenvolvimento os autores tiveram o cuidado de utilizar inicialmente não só a opinião de especialistas, mas também de grupos de doentes. No entanto tiveram a percepção de que existia um problema conceptual, uma vez apesar dos doentes poderem descrever sintomas típicos de fadiga vocal, este vocabulário era desconhecido por grande parte deles, que poderiam utilizar uma série de outras expressões para descreverem os seus sintomas. Desta forma presume-se que fosse difícil agrupar de forma homogénea e logicamente consistente as diversas questões geradas pelos pacientes juntamente com as dos profissionais de saúde. Assim foram desenvolvidas 21 questões por 4 médicos laringologistas e 6 terapeutas da fala tendo como base a sua experiência clínica e os sintomas referidos pelos pacientes com suspeita de fadiga vocal nas clínicas onde trabalhavam.

Numa segunda fase os autores tiveram atenção a uma série de fatores para selecionar os pacientes que iriam ser submetidos ao questionário. Optaram por selecionar uma população de 200 doentes com várias patologias que afetavam a caixa da voz. As patologias mais frequentemente diagnosticadas foram atrofia, lesões membranosas, disfonia de tensão muscular, paralisias, e disfonia espasmódica. Esta decisão deveu-se a três fatores essenciais. Primeiro por uma questão de ambiguidade, porque não sabiam que doentes sofriam primariamente de fadiga vocal uma vez que o índice apenas identificaria a presença deste problema e não sua exclusividade. Segundo, porque a opinião dos profissionais de saúde envolvidos era de que muitos dos doentes que consultavam as clínicas apresentavam queixas de fadiga vocal independentemente do seu diagnóstico de origem. Terceiro, porque se alguns dos participantes tivessem uma patologia da voz, mas não referissem queixas de fadiga vocal iria provocar uma subestimativa e não uma sobrestimativa dos resultados. Este cuidado era especialmente importante para numa terceira fase do estudo se compararem os resultados com indivíduos sem qualquer patologia da voz. Das 21 questões inicialmente desenvolvidas foram selecionadas as melhores 19, que constituíram a versão 2 do VFI submetido à 3ª fase do estudo (ver tabela 2).

Na última fase do estudo, a versão 2 do VFI foi realizada a 105 doentes com patologia da voz e a 70 indivíduos saudáveis de forma a avaliar a fiabilidade e validade do teste.

A versão final do VFI é composta por 19 questões (ver Tabela 2) que devem ser pontuadas de 0 a 4. A análise dos dados indicou ainda que a fadiga vocal pode ser caracterizada em 3 fatores principais:

-Fator 1: relacionado com o cansaço da voz e a evicção da sua utilização (score ≥ 24 indica fadiga vocal)

-Fator 2: relacionado com o desconforto físico, provocado pela utilização da voz (score ≥ 7 indica fadiga vocal)

-Fator 3: relacionado com a melhoria dos sintomas após o repouso (score ≤ 7 indica fadiga vocal)

As conclusões do estudo foram que o VFI é um índice validado que descreve sumariamente os principais sintomas referidos pelos indivíduos com fadiga vocal, que permite diferenciar de forma fidedigna as pessoas com e sem esta condição. Apresenta um alto valor preditivo, com sensibilidade e especificidade de 90%. Além disso este instrumento pode servir para estudar no futuro os mecanismos subjacentes e avaliar a eficácia dos tratamentos realizados [1].

Dada a validade deste índice, é importante a sua implementação nas instituições de saúde para que o diagnóstico de fadiga vocal possa ter validade científica. Além disso torna-se imprescindível a realização de uma história clínica detalhada, sobretudo no que toca aos hábitos e estilos de vida bem como a atividade profissional, uma vez que toda a informação da literatura aponta para que esta patologia tenha uma grande componente funcional no seu desenvolvimento apesar de não se poderem minimizar as questões orgânicas. Repara-se que a maioria dos estudos realizados foram dirigidos para populações de utilizadores ocupacionais da voz. Neste aspeto importa não só caracterizar a profissão do paciente em questão, mas também avaliar as características do seu local de trabalho, nomeadamente acústicas e de stress.

| |
|---|
| VFI (Vocal Fatigue Index) Há alguns sintomas associados com problemas da voz. Atribua uma pontuação de 0 a 4 a cada um dos seguintes sintomas. (0- nunca; 1- quase nunca; 2- às vezes; 3- quase sempre; 4- sempre) |
| Fator 1 |
| 1-Não tenho vontade de falar após um período de utilização da voz |
| 2-Sinto a minha voz cansada quando falo mais |
| 3-Sinto que é preciso um maior esforço para falar |
| 4-A minha voz fica rouca após utilizá-la |
| 5-Parece um trabalho utilizar a minha voz |
| 6-Tenho tendência a limitar as conversas após um período de utilização da voz |
| 7-Evito situações sociais quando tenho de falar mais |
| 8-Sinto que não consigo falar com a minha família após um dia de trabalho |
| 9-Tenho de fazer um esforço para produzir a voz após um período de utilização da voz |
| 10-Sinto dificuldades ao projetar a voz |
| 11-Sinto a minha voz mais fraca após um período de utilização da voz |
| Fator 2 |
| 12-Sinto dor no pescoço no final do dia ao utilizar a voz |
| 13-Sinto dor de garganta no final do dia após utilizar a voz |
| 14-A minha voz parece dorida quando falo mais |
| 15-Sinto dor de garganta com a utilização da voz |
| 16-Sinto desconforto no pescoço com a utilização da voz |
| Fator 3 |
| 17-A minha voz parece melhor depois de ter descansado |
| 18-O esforço necessário para falar diminui com o descanso |
| 19-A rouquidão da minha voz melhora com o descanso |

Tabela 2 - VFI (*Vocal Fatigue Index*) traduzido para língua portuguesa. Adaptado de Nanjundeswaran *et al* [1] in Journal of Voice, 2015

Por outro lado, são necessários um bom sentido crítico e uma adequada prescrição de exames complementares pelos médicos otorrinolaringologistas. É imperativo que não se negligenciem este tipo de doentes pois a literatura tem vindo a identificar a associação de outras patologias laríngeas à fadiga vocal. Por exemplo, através da laringoscopia estroboscópica, concluiu-se que 74% dos pacientes, que recorreram a clínicas por motivos primários de fadiga vocal, apresentavam patologia vocal, sendo que em 53% dos casos essa patologia era orgânica. Associado à fadiga vocal haviam, por exemplo, nódulos das cordas vocais em 27% dos casos e paralisias em 12% dos casos. A disfonia de tensão muscular surgia como a patologia funcional mais frequente, ocorrendo em 20% dos casos. [7]. No entanto, o médico não deve surpreender-se se a laringe se apresentar normal à observação nem existirem quaisquer alterações da voz identificáveis [42].

É também fundamental que se sensibilize a população em geral para consultar profissionais perante sintomatologia sugestiva de fadiga vocal. Como o repouso é capaz de melhorar os sintomas, o diagnóstico de fadiga vocal ou outras patologias associadas pode ser tardio pelo adiar contate da procura de ajuda.

Concluindo, a presença de sinais e sintomas semelhantes aos descritos anteriormente nesta dissertação, uma pontuação sugestiva de fadiga vocal avaliada pelo VFI e a existência de fatores de risco, devem ser os principais pilares para o diagnóstico desta condição.

8. Tratamento

O tratamento da fadiga vocal passa essencialmente pela terapia da fala. Destacam-se: (1) o alinhamento da postura corporal e os exercícios de relaxamento muscular, de modo a distribuir melhor as forças no corpo e (2) o trabalho da coordenação pneumofonoarticulatória através de exercícios que promovam a eficiência vocal [4].

Um trabalho recente [49] demonstrou que uma boa higiene vocal e a terapia de ressonância vocal permitiram reduzir de forma efetiva os sintomas de fadiga vocal em professores. A higiene vocal consiste num conjunto de estratégias que visam essencialmente o desenvolvimento de hábitos saudáveis para a voz. A terapia de ressonância vocal tem por objetivo a produção da voz com o mínimo esforço possível através duma correta utilização das cavidades de ressonância.

O sistema respiratório é fundamental para a produção da voz. O controlo e coordenação da respiração são necessários, por exemplo, para gerar pressão subglótica e um fluxo de ar

suficiente para fazer vibrar as cordas vocais. Como foi discutido anteriormente nas alterações do sistema respiratório como mecanismo de fadiga vocal, o trabalho da respiração torna-se ainda mais preponderante em mulheres. Hunter *et al* [48] sugerem que as mulheres com fadiga vocal façam uma espirometria, de modo a decidir se devem ser tratadas somente com terapia da fala ou se precisam simultaneamente de cinesioterapia ou duma consulta com um médico pneumologista.

Porém, os médicos podem e também devem ter um papel interventivo no tratamento de fadiga vocal, sendo que a intervenção terapêutica não deve ser exclusiva dos terapeutas da fala. Antes de reencaminharem os doentes para estes profissionais, devem ser propostas alterações do estilo de vida, que podem ser facilmente aconselhados por qualquer médico. Deve-se promover uma hidratação adequada ao longo de todo o dia e não apenas durante atividades vocalmente exigentes, de modo a diminuir a viscosidade e o calor gerados durante a fonação. [4]. A hidratação sistémica é uma das soluções mais fáceis e custo-efetivas para melhorar a qualidade da voz, devendo esta recomendação ser incluída em programas de higiene da voz [50].

A utilização da voz por longos períodos é uma realidade sobretudo a nível dos utilizadores ocupacionais da voz. Por exemplo os professores falam em média cerca de 23% do seu tempo total de trabalho, o que equivale aproximadamente a 2 horas [51]. Os resultados de um estudo com professores que participaram numa atividade de leitura de 2 horas mostraram que cerca de 50 % dos participantes recuperou num intervalo de 4 a 6 horas e cerca de 90 % recuperou num intervalo entre 12 e 18 horas [6]. A trajetória de recuperação da fadiga vocal mostrou-se semelhante à duma ferida crónica da pele sugerindo que esta situação pudesse ser tratada de forma semelhante. Com a utilização diária da voz pode ocorrer um dano contínuo que contraria um mecanismo constante de recuperação do tecido laríngeo. Deste modo, possivelmente haverá um limiar de esforço vocal a partir do qual este equilíbrio se perde, favorecendo-se os mecanismos de lesão. Assim, torna-se importante que os médicos recomendem o repouso da voz, sendo que esta recomendação deverá possivelmente ser adequada às necessidades de cada doente, uma vez que a recuperação do estado de fadiga parece variar individualmente. Por exemplo, verificou-se no estudo de Banks *et al* [25] que as pontuações obtidas nos fatores 1 e 2 do VFI (relacionados com os sintomas de fadiga vocal) eram diretamente proporcionais à capacidade das salas de aula, não havendo qualquer associação estatística entre a capacidade das salas de aula e o fator 3 do VFI (relacionado com a recuperação). Após este achado colocaram a hipótese de que os processos de fadiga vocal

podem depender do ambiente ao passo que a recuperação desse estado de fadiga se relacionará mais com a fisiologia do mecanismo. De tal forma torna-se questionável se na investigação de novas terapêuticas se deve dar prioridade em procurar tratar o doente pelas suas características fisiológicas pessoais ou de acordo com o tipo de exposição ambiental e profissional a situações que potenciam fadiga vocal.

Agradecimentos

Ao Dr. Marco Simão, por ter aceite ser o orientador desta dissertação e pela disponibilidade prestada durante a sua realização.

Ao Professor Óscar Dias, pela motivação, ajuda na escolha do tema e infindável disponibilidade para discutir questões que foram surgindo ao longo da realização da revisão.

À Terapeuta Crisitina Villa Simões, pelo encaminhamento inicial na estruturação e pela sua revisão final.

Aos Engenheiros Jonatan Salgado e José Alberto Silva, pelo auxílio informático.

Por último, à minha prezada família, a quem deixo um eterno obrigado pela oportunidade que me deram para poder concretizar este sonho muito antigo: estudar Medicina numa das mais nobres escolas médicas portuguesas, a Faculdade de Medicina da Universidade de Lisboa.

Bibliografia

- [1] C. Nanjundeswaran , B. H. Jacobson, J. Gartner-Schmidt e K. V. Abbott, “Vocal Fatigue Index (VFI): Development and Validation,” *Journal of Voice*, Vol.29, No.4, 2015.
- [2] N. Welham e M. MacLagan, “Vocal Fatigue: Current Knowledge and Future Directions,” 2003.
- [3] N. P. Solomon, “Vocal fatigue and its relation to vocal hyperfunction.,” *International Journal of Speech-Language Pathology*, pp. 254-266, 2008.
- [4] I. Guimarães, “Fadiga Vocal,” 2007. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/259892074>.
- [5] K. Verdolini, C. Rosen e R. Branski, *Classification Manual for Voice Disorders-I*, Lawrence Erlbaum Associates, 2006.
- [6] P. Eric J. Hunter e P. Ingo R. Titze, “Quantifying Vocal Fatigue Recovery: Dynamic Vocal Recovery Trajectories After a Vocal Loading Exercise,” *Annals of Otology. Rhinology & Laryngology*, 2009.
- [7] E. D'haeseleer, M. Behlau, L. Bruneel, I. Meerschamn, A. Luyten, S. Lambrecht, M. Cassol, P. Corthals, P. Corthals, M. Kryshchuk, F. L. Wuyts, S. Clayes e K. Van Lierde, “Factors Involved in Vocal Fatigue: a Pilot Study,” *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, pp. 112-118, 2016.
- [8] I. R. Titze, J. Lemke e D. Montequin, “Populations in the U.S workforce who rely on voice as a primary tool of trade: a preliminary report,” *Journal of Voice*, pp. 254-259, 1997.
- [9] B. Trinite, “Epidemiology of voice disorders in latvian school teachers,” *journal of voice*, 2016.
- [10] M. Kurth Miller e K. Verdolini, “Frequency and risk factors for voice problems in teachers of singing and control subjects,” *Journal of Voice*, pp. 348-362, 1995.
- [11] M. Kovac , B. Leskosek, V. Hadzic e G. Jurak, “Occupational health problems among slovenian physical education teachers,” *Kinesiology*, pp. 92-100, 2013.

- [12] N. Roy, R. M. Merrill, S. D. Gray e E. M. Smith, "Voice Disorders in the General Population: Prevalence, Risk Factors, and Occupational Impact," *The Laryngoscope*, 2005.
- [13] N. Ray, R. M. Merrill, S. Thibeaut, R. A. Parsa, S. D. Gray e M. E. Smith, "Prevalence of voice disorders in teachers and the general population," *Journal of speech*, pp. 281-293, 2004.
- [14] S. Simberg, P. Santilla, A. Soveri, M. Varjonen, E. Sala e N. Kenneth Sandnabba, "Exploring genetic and environmental effects in dysphonia: a twin study," *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 2009.
- [15] E. J. Hunter, K. Tanner e M. E. Smith, "Gender differences affecting vocal health of women in vocally demanding careers," *Logopedics Phoniatrics Vocology*, pp. 128-136, 2011.
- [16] S. Newman, J. Butler, E. Hammond e S. Gray , "Preliminary report on hormone receptors in the human vocal fold," *Journal of Voice*, pp. 72-81, 2000.
- [17] P. Ward, S. Thibeault e S. Gray, "Hyaluronic acid: its role in voice;," *J.Voice*, p. , 2002.
- [18] R. Chan e I. Titze , "Hyaluronic acid (with fibronectin) as a bioimplant for the vocal fold mucosa.," *Laryngoscope*, 1999.
- [19] R. Chan, S. Gray e I. Titze, "The importance of hyauronic acid in vocal fold biomechanics.," *Otolaryngol Head Neck Surg*, 2001.
- [20] S. Thibeault , B. Rousseau, N. Welham, S. Hirano e D. Bless, "Hyaluronan levels in acute vocal fold scar.," *Laryngoscope*, 2004.
- [21] J. Butler, T. Hammond e S. Gray , "Gender-related differences of hyaluronic acid distribution in the human vocal fold.," *Laryngoscope* , 2001.
- [22] T. Hammond , S. Gray e J. Butler, "Age and gender related collagen distribution in human vocal folds," *Ann Otol Rhinol Laryngol*, pp. 913-20, 2000.
- [23] R. Chan , M. Fu, L. Yong e N. Tirunagari, "Relative contributios of collagen and elastin to elasticity of the vocal fold under tension," *Ann Biomed Eng.*, pp. 1471-83, 2007.

- [24] E. J. Hunter e R. E. Banks, "Gender Differences in the Reporting of Vocal Fatigue in Teachers as Quantified by the Vocal Fatigue Index," *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology Vol.126*, pp. 813-818, 2017.
- [25] R. Banks, P. Botallico e E. Hunter, "The effect of classroom capacity on vocal fatigue as quantified by the vocal fatigue index," *Folia Phoniatr Logop*, pp. 85-93, 2017.
- [26] C. Nanjundeswaran, J. VanSwearingen e K. Verdolini Abbott, "Metabolic Mechanisms of Vocal Fatigue," *Journal of Voice*, 2017.
- [27] I. Titze, "Vocal fatigue: some biomechanical considerations," *The voice foundation*, pp. 97-104, 1983.
- [28] Titze IR, "Principles of Voice Production," *Englewood Cliffs NJ: Prentice Hall*, 1994.
- [29] D. Pette e R. Staron, "Cellular and molecular diversities of mammalian skeletal muscle fibers," *Rev Physiol Biochem Pharmacol*, 1990.
- [30] H. Claassen e J. Werner, "Fiber differentiation of the human laryngeal muscles using the inhibition reactivation myofibrillar ATPase technique.," *Anat Embryol*, 1992.
- [31] V. J. Boucher e T. Ayad, "Physiological attributes of vocal fatigue and their acoustic effects: a synthesis of findings for a criterion based prevention of acquired voice disorders," *Jornal of Voice*, pp. 324-336, 2010.
- [32] J. Hoh, "Laryngeal muscle fibre types," *Acta Physiol Scand*, 2005.
- [33] A. Shiotani, W. Westra e P. Flint, "Myosin heavy chain composition in human laryngeal muscles.," *Laryngoscope*, 1999.
- [34] Z. Zhang, "Mechanism of human voice production and control," *J. Acoust. Soc. Am* , 2016.
- [35] "Glottic Insufficiency: Vocal Fold Paralysis, Paresis, and Atrophy," em *Operative Techniques in Laryngology*, Springer, Berlin, Heidelberg, 2008.
- [36] M. Södersten, "Vocal fold closure during phonation," *PhD thesis, Huddinge University Hospital, Stockolm*, 1994.

- [37] Z. Zhang, "Compensation strategies in voice production with glottal insufficiency," *Journal of Voice*, 2019.
- [38] M. Greene, "The voice and its disorders," *Philladelphia: Lippincott*, 1972.
- [39] J. C. Stemple, J. Stanley e L. Lee, "Objective measures of Voice Production in Normal Subjects following Prolonged Voice Use," *Journal of Voice*, 1995.
- [40] K. Verdolini, I. Titze e A. Fennel, "Dependence of phonatory effort on hydration level.," *J Speech Hear Res*, 1994.
- [41] J. Jiang, J. Ng e D. Hanson , "The effects of rehydration on phonation in excised canine larynges," *Journal of Voice*, pp. 51-59, 1999.
- [42] N. P. Solomon e M. S. DiMattia, "Effects of a Vocally Fatiguing Task and Systemic Hydration on Phonation Threshold Pressure," *Journal of Voice*, pp. 341-362, 2008.
- [43] K. Matsuo, M. Oda, M. Tomita, N. Machara, T. Umuzaki e T. Shin, "An experimental study of the circulation of the vocal fold on phonation," *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.*, 1987.
- [44] R. Enoka, *Neurochemical Basis of Kinesiology*, 2nd ed. Champaign, III : Human Kinetics; , 1994.
- [45] D. Cooper e I. Titze , "Generation and dissipation of heat in vocal fold tissue.," *J Speech Hear Res*, 1985.
- [46] R. Leanderson e J. Sundberg, "Breathing for singing.," *Journal of Voice*, 1988.
- [47] E. Stathopoulos e C. Sapienza, "Respiratory and laryngeal function of women and men during vocal intensity variation.," *J Speech Hear Res.*, 1993.
- [48] E. J. Hunter, L. Maxfield e S. Graetzer, "The effect of pulmonary function on the incidence of vocal fatigue among teachers," *Journal of Voice*, 2019.
- [49] G. C. Imaezue, "Treatment of vocal fatigue in teachers," *Journal of Otolaryngology-ENT Research*, 2017.
- [50] M. Alves, E. Kruger, B. Pillay , K. van Lierde e J. van der Lierde, "The effect of hydration on voice quality in adults: a systemic review," *Journal of Voice*, 2017.

- [51] I. Titze, E. Hunter e J. Svec, “Voicing and silence periods in daily and weekly vocalizations of teachers.,” *Acoustic Soc Am*, pp. 469-78, 2007.
- [52] B. Kostyk e A. Rochet, “Laryngeal airway resistance in teachers with vocal fatigue: a preliminary study.,” *J Voice*, 1998.